

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI**

Tesi di Laurea Specialistica

***Criteri di allocazione delle risorse radio per segnali
multicarrier basati su teoria dei giochi***

Candidato

Relatori

Alessandro BULZOMATO

Prof. Ing. Marco LUISE

Prof. Ing. Filippo GIANNETTI

Dott. Ing. Giacomo BACCI

Anno Accademico 2008/2009

Ai miei genitori

e a Valentina

Indice

Elenco dei simboli	vi
Elenco delle figure	viii
Elenco delle tabelle	ix
Introduzione	1
1 Reti cellulari OFDMA di 4^a generazione	3
1.1 Generalità	3
1.2 Layout di rete e modello di canale	6
1.2.1 Andamento della potenza al variare della distanza	15
1.3 OFDM/OFDMA	16
1.3.1 La modulazione OFDM	17
1.3.2 Equalizzazione del segnale OFDM	19
1.3.3 BER	21
1.3.4 Data Region OFDMA	21
2 Teoria dei giochi e allocazione delle risorse radio	25
2.1 Fondamenti di teoria dei giochi	25
2.1.1 Giochi statici	27
2.1.2 Giochi dinamici	31
2.1.2.1 Giochi ripetuti	32
2.2 Tecniche di teoria dei giochi per l'allocazione delle risorse radio . . .	32
2.2.1 Esempi applicati alla wireless engineering	33
2.2.2 Controllo di potenza distribuito	36

3	Allocazione delle risorse OFDMA basata sulla teoria dei giochi	39
3.1	Interferenza da cella adiacente	39
3.2	Topologia di rete	41
3.3	Gioco non-cooperativo per il controllo della potenza	45
3.3.1	Utility function	46
3.3.2	Esistenza e unicità dell'equilibrio	50
3.4	Condizione di fattibilità	55
3.4.1	Criterio di assegnazione delle portanti	58
4	Risultati numerici	61
4.1	Parametri fisici del sistema	61
4.2	Analisi del punto di equilibrio	65
4.3	Convergenza dell'algoritmo	65
4.4	Analisi della soglia ottima	68
	Conclusioni	81
	Ringraziamenti	83
	Bibliografia	85

Elenco dei simboli

AMC Adaptive Modulation and Coding

AP Access Point

BER Bit Error Rate

BS Base Station

BTS Base Transceiver Station

CDMA Code Division Multiple Access

CP Prefisso Ciclico

CSI Channel State Information

FDMA Frequency Division Multiple Access

FFT Fast Fourier Transform

HT Hilly Terrain

IFFT Inverse Fast Fourier Transform

ITU International Telecommunication Union

LTE Long Term Evolution

MA Margine Adaptive

MF Maximum Fairness

ELENCO DEI SIMBOLI

MIMO Multiple Input Multiple Output

MS Mobile Station

MSR Maximum Sum Rate

NE Nash Equilibrium

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing

OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access

PCG Power Control Game

PRC Proportional Rate Constraints

RA Rate Adaptive

RA Rural Area

RRCR Root Raised Cosine Rolloff

RSR Region Success Rate

SINR Signal to Interference-plus-Noise Ratio

TDD Time Division Duplexing

TDMA Time Division Multiple Access

TU Typical Urban

WiMAX Worldwide Interperability for Microwave Access

WSSUS Wide-Sense Stationary Uncorrelated Scatterer

Elenco delle figure

1.1	Sistema elementare radiomobile	7
1.2	Scenario multipath	9
1.3	Esempio di un profilo di canale	14
1.4	Schema del TDMA	22
1.5	Principio di funzionamento dell'OFDMA	23
1.6	Esempio della data region che definisce l'allocazione OFDMA	23
2.1	Scenario del gioco Forwarder's Dilemma	33
2.2	Scenario di rete nel gioco Near-Far	35
3.1	Cluster di 7 celle con schema di riuso dei canali	40
3.2	Scenario uplink	41
3.3	Topologia aperta	42
3.4	Trasformazione dallo spazio piano allo spazio toroidale	43
3.5	Suddivisione delle sottoportanti in cluster	44
3.6	La funzione d'efficienza RSR al variare di SINR	49
3.7	Funzione di utilità del generico utente valutata su una singola sottoportante al variare della potenza di trasmissione e con interferenza fissata	51
3.8	Diagramma di flusso relativo all'algoritmo di assegnazione delle sottoportanti	60
4.1	Scenario utilizzato per l'applicazione dell'algoritmo legato al gioco non-cooperativo	66

ELENCO DELLE FIGURE

4.2	Andamento delle potenze di trasmissione [W] in funzione dell'indice di iterazione dell'algoritmo	67
4.3	Andamento dei SINR (dB) in funzione dell'indice di iterazione dell'algoritmo	68
4.4	Prestazioni conseguite al variare del vincolo minimo richiesto e della soglia percentuale	76
4.5	Esempio di settorizzazione	78

Elenco delle tabelle

2.1	Forma strategica del gioco Forwarder's Dilemma	34
2.2	Il gioco dell'Accesso Multiplo in forma strategica	35
2.3	Matrice dei payoff per il gioco Effetto Near-Far con controllo di potenza	36
4.1	Modello ITU Modified Vehicular A	63
4.2	Prestazioni con vincolo minimo pari a 11 e soglia pari a 0.95	77
4.3	Prestazioni con assegnazione casuale	77
4.4	Modifiche nei parametri del sistema a fronte del cell sectoring . . .	78
4.5	Prestazioni con vincolo minimo pari a 11 e soglia pari a 0.95 con cell sectoring	79
4.6	Prestazioni con assegnazione casuale con cell sectoring	79

